

10/518683

CT/JP03/07733

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

18.06.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2002年 6月18日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2002-177546

[ST. 10/C]: [JP2002-177546]

出 願 人  
Applicant(s): TDK株式会社

REC'D 08 AUG 2003

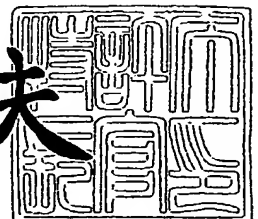
WIP PCT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 7月25日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 P-04037

【提出日】 平成14年 6月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01G 9/00

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 ティーディーケイ株式会社内

    【氏名】 小林 正明

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 ティーディーケイ株式会社内

    【氏名】 富樫 正明

【特許出願人】

    【識別番号】 000003067

    【氏名又は名称】 ティーディーケイ株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100078031

    【氏名又は名称】 大石 皓一

【選任した代理人】

    【識別番号】 100115738

    【氏名又は名称】 鷲頭 光宏

【選任した代理人】

    【識別番号】 501481791

    【氏名又は名称】 緒方 和文

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 074148

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】	明細書	1
【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体電解コンデンサおよび固体電解コンデンサ内蔵基板ならびにそれらの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された箔状の弁金属基体と、前記箔状の弁金属基体に、少なくとも、絶縁性酸化皮膜、固体高分子電解質層および導電体層が、順次、形成された固体電解コンデンサであって、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体の両端部近傍領域それぞれに、表面が粗面化されていない箔状の弁金属基体の一端部近傍領域が、弁金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合され、表面が粗面化されていない前記箔状の弁金属基体それぞれ他端部近傍領域に、箔状の導電性金属基体の一端部近傍領域が、金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合されて、固体電解コンデンサ素子用電極体が構成されたことを特徴とする固体電解コンデンサ。

【請求項 2】 表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された箔状の弁金属基体と、前記箔状の弁金属基体に、少なくとも、絶縁性酸化皮膜、固体高分子電解質層および導電体層が、順次、形成された固体電解コンデンサであって、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体の両端部近傍領域それぞれに、表面が粗面化されていない 2 つの箔状の弁金属基体の一端部近傍領域が、弁金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合され、表面が粗面化されていない前記箔状の弁金属基体他端部近傍領域それぞれに、箔状の導電性金属基体の一端部近傍領域が、金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合されて、固体電解コンデンサ素子用電極体が構成された少なくとも 1 つの固体電解コンデンサを備え、前記固体電解コンデンサが、少なくとも 1 つの配線パターンが形成された第 1 の絶縁基板の一方の面に、前記配線パターンと電氣的に接続されるように取り付けられ、前記第 1 の絶縁基板と対向して、少なくとも 1 つの配線パターンが形成された第 2 の絶縁基板が設けられ、

前記固体電解コンデンサが、前記第 1 の絶縁基板および前記第 2 の絶縁基板によって形成された実質的に閉じた空間内に収容されたことを特徴とする固体電解コンデンサ内蔵基板。

【請求項 3】 表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された箔状の弁金属基体と、前記箔状の弁金属基体に、少なくとも、絶縁性酸化皮膜、固体高分子電解質層および導電体層が、順次、形成された固体電解コンデンサの製造方法であって、

表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体の両端部近傍領域それぞれに、表面が粗面化されていない箔状の弁金属基体の一端部近傍領域を、弁金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合する工程と、

表面が粗面化されていない前記箔状の弁金属基体それぞれ他端部近傍領域に、箔状の導電性金属基体の一端部近傍領域を、金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合して、固体電解コンデンサ素子用電極体を形成する工程と、

前記電極体のうち、どちらか一方の表面が粗面化されていない前記箔状の弁金属基体の一部および、それに接合されている前記箔状の導電性金属基体の全体をマスキングする工程と、

前記電極体のうち、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体全体と、前記マスキング処理された部分全体と、マスキング処理が施されていない表面が粗面化されていない前記箔状の弁金属基体の一部が化成溶液に浸されるように、前記化成溶液に浸し、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体と表面が粗面化されていない前記箔状の弁金属基体とに、電圧を印加して、陽極酸化処理を施し、表面が粗面化された前記箔状の弁金属基体の少なくともエッジ部分に、絶縁性酸化皮膜を形成する工程と、

表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体の全表面上に、固体高分子電解質層を形成する工程と、

前記固体高分子電解質層上に、導電性ペーストを塗布し、乾燥して、導電体層を形成する工程と、

を備えたことを特徴とする固体電解コンデンサの製造方法。

【請求項 4】 表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された箔状の弁金

属基体と、前記箔状の弁金属基体に、少なくとも、絶縁性酸化皮膜、固体高分子電解質層および導電体層が、順次、形成された少なくとも1つの固体電解コンデンサを内蔵する固体電解コンデンサ内蔵基板の製造方法であって、

表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体の両端部近傍領域それぞれに、表面が粗面化されていない箔状の弁金属基体の一端部近傍領域を、弁金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合する工程と、

表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体の両端部近傍領域それぞれに、表面が粗面化されていない箔状の弁金属基体の一端部近傍領域を、弁金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合する工程と、

表面が粗面化されていない前記箔状の弁金属基体それぞれの他端部近傍領域に、箔状の導電性金属基体の一端部近傍領域を、金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合して、固体電解コンデンサ素子用電極体を形成する工程と、

前記電極体のうち、どちらか一方の表面が粗面化されていない箔状の弁金属基体の一部および、それに接合されている箔状の導電性金属基体の全体をマスキングする工程と、

前記電極体のうち、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体全体と、前記マスキング処理された部分全体と、マスキング処理が施されていない表面が粗面化されていない前記箔状の弁金属基体の一部が化成溶液に浸されるように、前記化成溶液に浸し、

表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体と表面が粗面化されていない前記箔状の弁金属基体とに、電圧を印加して、陽極酸化処理を施し、表面が粗面化された前記箔状の弁金属基体の少なくともエッジ部分に、絶縁性酸化皮膜を形成する工程と、

表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体の全表面上に、固体高分子電解質層を形成する工程と、

前記固体高分子電解質層上に、導電性ペーストを塗布し、乾燥して、導電体層を形成する工程と、

前記各工程を経て得られる少なくとも1つ固体電解コンデンサを、少なくとも1つの配線パターンが形成された第1の絶縁基板の一方の面に、前記

配線パターンと電氣的に接続されるように取り付ける工程と、  
少なくとも 1 つの配線パターンが形成された第 2 の絶縁基板を前記第 1 の絶縁基板と対向させて、前記固体電解コンデンサを、前記第 1 の絶縁基板および第 2 の絶縁基板によって形成された実質的に閉じた空間内に収容する工程、  
を備えたことを特徴とする固体電解コンデンサ内蔵基板の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、固体電解コンデンサおよび固体電解コンデンサ内蔵基板ならびにそれらの製造方法に関するものであり、さらに詳細には、表面が粗面化され、形成絶縁性酸化皮膜が形成された箔状の弁金属基体と、箔状の弁金属基体に、絶縁性酸化皮膜、固体高分子電解質層および導電体層が、順次、形成された 3 端子型の固体電解コンデンサであって、回路基板に内蔵するのに適した固体電解コンデンサおよび固体電解コンデンサ内蔵基板ならびにそれらの製造方法に関するものである。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

電解コンデンサは、絶縁性酸化皮膜形成能力を有するアルミニウム、チタン、真鍮、ニッケル、タンタルなどの金属、いわゆる弁金属を陽極に用い、この弁金属の表面を陽極酸化して、絶縁性酸化皮膜を形成した後、実質的に陰極として機能する電解質層を形成し、さらに、グラファイトや銀などの導電層を陰極として設けることによって、形成されている。

##### 【0003】

たとえば、アルミニウム電解コンデンサは、エッチング処理によって、比表面積を増大させた多孔質アルミニウム箔を陽極とし、この陽極表面に形成した酸化アルミニウム層と陰極箔との間に、電解液を含浸させた隔離紙を設けて、構成されている。

##### 【0004】

一般に、絶縁性酸化皮膜と陰極との間の電解質層に、電解液を利用する電解コ

ンデンサは、シーリング部分からの液漏れや、電解液の蒸発によって、その寿命が決定されるという問題を有しているのに対し、金属酸化物や有機化合物からなる固体電解質を用いた固体電解コンデンサは、かかる問題を有しておらず、好ましいものである。

#### 【0005】

固体電解コンデンサに用いられる金属酸化物からなる代表的な固体電解質としては、二酸化マンガンが挙げられ、一方、固体電解コンデンサに用いられる有機化合物からなる固体電解質としては、たとえば、特開昭52-79255号公報や特開昭58-191414号公報に開示された7, 7, 8, 8-テトラシアノキシジメタン (TCNQ) 錯塩が挙げられる。

#### 【0006】

近年、電子機器の電源回路の高周波化にともない、使用されるコンデンサに対しても、それに対応した性能が求められるようになってきているが、二酸化マンガンあるいはTCNQ錯塩からなる固体電解質層を用いた固体電解コンデンサは、以下のような問題を有していた。

#### 【0007】

二酸化マンガンからなる固体電解質層は、一般に、硝酸マンガンの熱分解を繰り返すことによって形成されるが、熱分解の際に加えられる熱によって、あるいは、熱分解の際に発生するNO<sub>x</sub>ガスの酸化作用によって、誘電体である絶縁性酸化皮膜が損傷し、あるいは、劣化するため、固体電解質層を二酸化マンガンのことによって形成する場合には、漏れ電流値が大きくなるなど、最終的に得られる固体電解コンデンサの諸特性が低くなりやすいという問題があった。また、二酸化マンガンを用いた固体電解質として用いるときは、高周波領域において、固体電解コンデンサのインピーダンスが高くなってしまいうという問題もあった。

#### 【0008】

一方、TCNQ錯塩は、電導度が、1 S/cm程度以下であるため、現在の電解コンデンサに対する低インピーダンス化の要求に対して、十分に応えることができないという問題を有していた。さらに、TCNQ錯塩は、絶縁性酸化皮膜との密着性が低く、また、ハンダ固定時の熱的安定性や経時的な熱的安定性が低い



などの理由から、TCNQ錯塩を固体電解質として用いた固体電解コンデンサは、十分な信頼性が得られないということが指摘されている。加えて、TCNQ錯塩は高価であり、TCNQ錯塩を固体電解質として用いた固体電解コンデンサはコストが高いという問題も有していた。

#### 【0009】

二酸化マンガンあるいはTCNQ錯塩を、固体電解質として用いる場合のこれらの問題点を解消し、より優れた特性を有する固体電解コンデンサを得るため、製造コストが比較的安く、また、絶縁性酸化皮膜との付着性が比較的良好で、熱的な安定性にも優れた高導電性の高分子化合物を固体電解質として利用することが提案されている。

#### 【0010】

たとえば、特許第2725553号には、陽極表面の絶縁性酸化皮膜上に、化学酸化重合によって、ポリアニリンを形成した固体電解コンデンサが開示されている。

#### 【0011】

また、特公平8-31400号公報は、化学酸化重合法のみによっては、陽極表面の絶縁性酸化皮膜上に、強度の高い導電性高分子膜を形成することは困難であり、また、陽極表面の絶縁性酸化皮膜が電気導体であるため、電解重合法により、陽極表面の絶縁性酸化皮膜上に、直接、電解重合膜を形成することは不可能か、きわめて困難であるという理由から、絶縁性酸化皮膜上に、金属あるいは二酸化マンガンの薄膜を形成し、金属あるいは二酸化マンガンの薄膜上に、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリフランなどの導電性高分子膜を電解重合法によって形成した固体電解コンデンサを提案している。

#### 【0012】

さらに、特公平4-74853号公報には、絶縁性酸化皮膜上に、化学酸化重合によって、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリフランなどの導電性高分子膜を形成した固体電解コンデンサが開示されている。

#### 【0013】

一方、電子機器の小型化、薄型化の要求により、電子部品には、より一層の小

型化、高性能化が要求され、回路基板には、薄層化、多層化による高機能化が要求されている。ことに、ICカードの厚みは、1mm以下、携帯型パーソナルコンピュータの厚みは、20mm以下と、きわめて薄くなりつつあるため、これらに搭載される電子部品や、電子部品を実装した配線基板は、数mmないし数百ミクロンの厚みで形成することが要求されるようになっている。

#### 【0014】

しかしながら、上述した固体電解コンデンサは、いずれも、単体の部品として製造され、配線基板に、ハンダ層を介して、実装されるものであるため、電子部品を十分に高集積化、高密度化することができないという問題があった。

#### 【0015】

そこで、特開平2-54510号公報および特許第2950587号は、固体電解コンデンサを、配線基板の抵抗機能や導電パターンと同様に、あらかじめ、基板と一体的に形成し、複数の固体電解コンデンサが1枚の基板上に形成された回路基板によって、電子部品の高密度化、回路基板の薄型化を図ることを提案している。

#### 【0016】

すなわち、特開平2-54510号公報は、絶縁基板上に、電気導体および絶縁性酸化皮膜形成能を有するアルミニウム箔などの箔状の弁金属基体のパターンを形成し、この弁金属基体のパターンの表面の1箇所あるいは数箇所に、絶縁性酸化皮膜層、複素環式化合物の導電性ポリマー層および導電体層を、順次、形成して、固体電解コンデンサ内蔵基板を作製する方法を開示するとともに、絶縁基板の両面に、電気導体および絶縁性酸化皮膜形成能を有する弁金属基体のパターンを形成し、この弁金属基体のパターンの表面の1箇所あるいは数箇所に、絶縁性酸化皮膜層、複素環式化合物の導電性ポリマー層および導電体層を、順次、形成して、固体電解コンデンサ内蔵基板を作製した後、固体電解コンデンサ内蔵基板を積層して、多層構造とした固体電解コンデンサ内蔵基板を開示している。特開平2-54510号公報によれば、導電性高分子を用いた固体電解コンデンサを、回路基板の抵抗体層や導電パターンと同様に、あらかじめ、基板と一体的に形成しておくことによって、個々のコンデンサを回路基板上に実装する必要がな

く、電子部品の高密度化が実現されるとともに、ノイズの低減など、電気的特性をも向上させることができるとされている。

#### 【0017】

一方、特許第2950587号は、板状の陽極体、すなわち、板状の弁金属基体の両面に、誘電体層、電解質層および導電体層を、順次、形成し、各導電体層を介して、陰極端子を設けて、コンデンサ素子を形成し、こうして形成したコンデンサ素子の両面に、所望の配線パターンを備えたプリント基板を、樹脂層を介して、接合して、作製した固体電解コンデンサを開示している。特許第2950587号によれば、機械的に脆弱な固体電解質であっても、両面に配置されるプリント基板によって保護されるから、信頼性の高い固体電解コンデンサを得ることが可能になり、また、プリント基板に、あらかじめ、所望の配線パターンを形成しておくことにより、他の電子部品を、プリント基板に容易に実装することが可能になるとされている。

#### 【0018】

さらに、近年の電子機器の電源回路の高周波化にともない、使用されるコンデンサの等価直列インダクタンス (ESL) や等価直列抵抗 (ESR) が低いことも必要とされている。かかる問題は、ESL等の初期特性値において大幅に改善されても、高温付加試験等の信頼性試験において特性値が変化しやすい場合には実用化できない。したがって、ESLやESRの初期特性値が非常に小さく、しかもほとんど特性変化のない電解コンデンサが要求されている。

#### 【0019】

一般に、低ESL化を図る方法としては、第1に、電流経路の長さを極力短くする方法、第2に、電流経路によって形成される磁場を別の電流経路によって形成される磁場により相殺する方法、第3に、電流経路をn個に分割して実効的なESLを $1/n$ にする方法が知られている。例えば、特開2000-311832号公報に開示された発明は、第1および第3の方法を採用したものであり、また特開平06-267802号公報に開示された発明は、第2および第3の方法を採用したものであり、また特開平06-267801号公報、および特開平11-288846号公報に開示された発明は、第3の方法を採用するものである。

## 【0020】

## 【発明が解決しようとする課題】

かかる固体電解コンデンサ内蔵電気配線基板にあつては、固体電解コンデンサを、基板に搭載されるべき他の電子部品と接続するためのリード電極を、陽極となる絶縁性酸化皮膜形成能を有する箔状の弁金属基体に接続することが必要不可欠であるが、箔状の弁金属基体に、単に、銅などの金属導体を接続して、リード電極を構成する場合には、所望のコンデンサ特性を得ることができないという問題があった。

## 【0021】

すなわち、固体電解コンデンサは、大容量の静電容量を得るために、弁金属基体の表面積が大きくなるように、箔状の弁金属基体を粗面化（拡面化）し、かつ、酸化アルミニウムなどの絶縁性酸化皮膜を形成したアルミニウムなどの弁金属の箔状シートから所望のサイズの箔状の弁金属基体を切り出し、粗面化された箔状の弁金属の絶縁性酸化皮膜上に、陰極となる固体高分子電解質層を形成し、さらに、陰極となる固体高分子電解質層上に、カーボンペースト層および銀ペースト層など導電体層を設け、陰極のリード電極を形成することによって構成されており、陽極のリード電極を形成するためには、粗面化された箔状の弁金属基体の表面に形成された絶縁性酸化皮膜を除去して、銅などの金属導体が、弁金属基体に、金属間が電氣的に接続されて、接合されるように、超音波溶接、コールド・ウェルディング（冷間圧接）などによって、接続することが必要である。こうしてリード電極を形成し箔状の弁金属基体は、弁金属のシートから切り出されているため、箔状の弁金属基体のエッジ部分には、絶縁性酸化皮膜が形成されておらず、箔状の弁金属基体のエッジ部分に、絶縁性酸化皮膜を形成しないと、弁金属基体の金属部分が、固体高分子電解質層と接触し、固体電解コンデンサとして機能しなくなるので、陽極酸化によって、箔状の弁金属基体のエッジ部分に絶縁性酸化皮膜を形成することが必要不可欠になる。

## 【0022】

しかしながら、表面に粗面化処理を施した箔状の弁金属基体に、超音波溶接、

コールド・ウェルディング（冷間圧接）などにより、銅などの金属導体を接合した陽極体を、ステンレスビーカーなどの導電性容器に収容されたアジピン酸アンモニウムなどの化成溶液に浸し、銅などの金属導体をプラス極に接続するとともに、導電性容器をマイナス極に接続して、陽極酸化をする際に、銅などの金属導体が化成溶液に接触すると、電流が流れ続け、その結果として、銅などの金属導体が腐食され、弁金属基体のエッジ部分に絶縁性酸化皮膜を形成することができないという問題があり、表面に粗面化処理を施した箔状の弁金属基体のみを、化成溶液に浸して、陽極酸化をする場合にも、箔状の弁金属基体の表面に粗面化処理が施されているため、毛細管現象によって、化成溶液が銅などの金属導体に達し、同様に、電流が流れ続け、銅などの金属導体が腐食されて、箔状の弁金属基体のエッジ部分に、絶縁性酸化皮膜を形成することができないという問題があった。

#### 【0023】

かかる問題は、銅などの金属導体を箔状の弁金属基体に接合する前に、箔状の弁金属基体の絶縁性酸化皮膜が形成されていないエッジ部分に電極を設けて、陽極酸化処理を施し、弁金属基体のエッジ部分に絶縁性酸化皮膜を形成することによって、理論的には解消することが可能であるが、一般に、アルミニウムなどの弁金属基体の箔状シートの厚みは、100ミクロンのオーダーであるため、箔状の弁金属基体の絶縁性酸化皮膜が形成されていないエッジ部分に電極を設けて、陽極酸化処理を施すことは、きわめて困難であり、回路基板に内蔵するのに適した固体電解コンデンサを得ることができないという問題があった。

#### 【0024】

さらに、上述したように、電子機器の電源回路の高周波化にともない、使用されるコンデンサの等価直列抵抗（ESR）や等価直列インダクタンス（ESL）が低いことも併せて必要とされている。かかる問題は、ESL等の初期特性値において大幅に改善されても、高温付加試験等の信頼性試験において特性値が変化しやすい場合には実用化できない。したがって、ESLやESRの初期特性値が非常に小さく、しかもほとんど特性変化のない固体電解コンデンサが要求されている。

## 【0025】

したがって、本発明は、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された箔状の弁金属基体と、箔状の弁金属基体に、絶縁性酸化皮膜、固体高分子電解質層および導電体層が、順次、形成された3端子型の固体電解コンデンサであって、ESLを低減しつつ、回路基板に内蔵するのに適した固体電解コンデンサおよび固体電解コンデンサが内蔵された基板ならびにそれらの製造方法を提供することを目的とするものである。

## 【0026】

## 【課題を解決するための手段】

本発明者は、本発明のかかる目的を達成するため、鋭意、研究を重ねた結果、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された箔状の弁金属基体の両端部近傍領域それぞれに、表面が粗面化されていない箔状の弁金属基体の一端部近傍領域を、弁金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合して、固体電解コンデンサ素子用電極体を構成することによって、本発明の前記目的を達成することが可能になることを見出した。

## 【0027】

本発明者の研究によれば、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された箔状の弁金属基体の両端部近傍領域それぞれに、表面が粗面化されていない箔状の弁金属基体の一端部近傍領域を、弁金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合して、形成した固体電解コンデンサ素子用電極体は、陽極酸化により、表面が粗面化された箔状の弁金属基体の絶縁性酸化皮膜が形成されていないエッジ部分に、絶縁性酸化皮膜を形成しても、化成溶液は、表面が粗面化された箔状の弁金属基体の一端部近傍領域と、表面が粗面化されていない箔状の弁金属基体の一端部近傍領域との接合部を越えて、表面が粗面化されていない箔状の弁金属基体に達することがなく、したがって、表面が粗面化された箔状の弁金属基体の一端部近傍領域と、表面が粗面化されていない箔状の弁金属基体の一端部近傍領域との接合部に、絶縁性酸化皮膜が形成された時点で、電流は流れなくなって、陽極酸化が完了し、表面が粗面化された箔状の弁金属基体のエッジ部分に、所望のように、絶縁性酸化皮膜を形成することが可能になることが認められている。

## 【0028】

しかしながら、こうして、陽極酸化によって、表面が粗面化された箔状の弁金属基体のエッジ部分に、絶縁性酸化皮膜を形成して得た固体電解コンデンサ素子用電極体を備えた固体電解コンデンサを、回路基板に内蔵させた場合、表面が粗面化されていない箔状の弁金属基体の表面に、経時的に、絶縁性酸化皮膜が形成されるため、回路基板に搭載される他の電子部品とのコンタクトを、表面が粗面化されていない箔状の弁金属基体の表面に設けたときに、絶縁性酸化皮膜の抵抗が大きく、コンデンサのインピーダンス特性が悪化するという問題が発生することが見出された。

## 【0029】

したがって、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体の両端部近傍領域それぞれに、表面が粗面化されていない箔状の弁金属基体の一端部近傍領域を、弁金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合し、表面が粗面化されていない前記箔状の弁金属基体それぞれ他端部近傍領域に、箔状の導電性金属基体の一端部近傍領域を、金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合して、固体電解コンデンサ素子用電極体を構成することによって、初めて、本発明の前記目的を達成することが可能になる。

## 【0030】

本発明によれば、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体の両端部近傍領域それぞれに、表面が粗面化されていない箔状の弁金属基体の一端部近傍領域が、弁金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合され、表面が粗面化されていない前記箔状の弁金属基体それぞれ他端部近傍領域に、箔状の導電性金属基体の一端部近傍領域が、金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合されて、固体電解コンデンサ素子用電極体が構成されているから、陽極酸化により、表面が粗面化された箔状の弁金属基体の絶縁性酸化皮膜が形成されていないエッジ部分に、絶縁性酸化皮膜を形成しても、化成溶液は、表面が粗面化された箔状の弁金属基体の一端部近傍領域と、表面が粗面化されていない箔状の弁金属基体の一端部近傍領域との接合部を越えて、導電性金属基体に達することがなく、したがって、表面が粗面化された箔状の弁金属基体の

一端部近傍領域と、表面が粗面化されていない箔状の弁金属基体の一端部近傍領域との接合部に、絶縁性酸化皮膜が形成された時点で、電流は流れなくなって、陽極酸化が完了し、表面が粗面化された箔状の弁金属基体のエッジ部分に、所望のように、絶縁性酸化皮膜を形成することができ、固体電解コンデンサを、回路基板に内蔵させた後に、表面が粗面化されていない箔状の弁金属基体の表面に、経時的に、絶縁性酸化皮膜が形成されても、表面が粗面化されていない箔状の弁金属基体の他端部近傍領域に、さらに、箔状の導電性金属の一端部近傍領域が、電氣的に接続するように、接合されているから、箔状の導電性金属に、回路基板に搭載される他の電子部品とのコンタクトを設けることによって、所望のインピーダンス特性を有する固体電解コンデンサを、回路基板に内蔵させることが可能になる。さらに3端子型の電極構造により、ESLを大幅に低減することができる。

#### 【0031】

本発明の前記目的はまた、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された箔状の弁金属基体と、前記箔状の弁金属基体に、少なくとも、絶縁性酸化皮膜、固体高分子電解質層および導電体層が、順次、形成された固体電解コンデンサであって、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体の両端部近傍領域それぞれに、表面が粗面化されていない2つの箔状の弁金属基体の一端部近傍領域が、弁金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合され、表面が粗面化されていない前記箔状の弁金属基体の他端部近傍領域それぞれに、箔状の導電性金属基体の一端部近傍領域が、金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合されて、固体電解コンデンサ素子用電極体が構成された少なくとも1つの固体電解コンデンサを備え、前記固体電解コンデンサが、少なくとも1つの配線パターンが形成された第1の絶縁基板の一方の面に、前記配線パターンと電氣的に接続されるように取り付けられ、前記第1の絶縁基板と対向して、少なくとも1つの配線パターンが形成された第2の絶縁基板が設けられ、前記固体電解コンデンサが、前記第1の絶縁基板および前記第2の絶縁基板によって形成された実質的に閉じた空間内に收容されたことを特徴とする固体電解コンデンサ内蔵基板によって達成される。



## 【0032】

本発明の前記目的はまた、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された箔状の弁金属基体と、前記箔状の弁金属基体に、少なくとも、絶縁性酸化皮膜、固体高分子電解質層および導電体層が、順次、形成された固体電解コンデンサの製造方法であって、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体の両端部近傍領域それぞれに、表面が粗面化されていない箔状の弁金属基体の一端部近傍領域を、弁金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合する工程と、表面が粗面化されていない前記箔状の弁金属基体それぞれの他端部近傍領域に、箔状の導電性金属基体の一端部近傍領域を、金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合して、固体電解コンデンサ素子用電極体を形成する工程と、前記電極体のうち、どちらか一方の表面が粗面化されていない前記箔状の弁金属基体の一部および、それに接合されている前記箔状の導電性金属基体の全体をマスキングする工程と、前記電極体のうち、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体全体と、前記マスキング処理された部分全体と、マスキング処理が施されていない表面が粗面化されていない前記箔状の弁金属基体の一部が化成溶液に浸されるように、前記化成溶液に浸し、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体と表面が粗面化されていない前記箔状の弁金属基体とに、電圧を印加して、陽極酸化処理を施し、表面が粗面化された前記箔状の弁金属基体の少なくともエッジ部分に、絶縁性酸化皮膜を形成する工程と、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体の全表面上に、固体高分子電解質層を形成する工程と、前記固体高分子電解質層上に、導電性ペーストを塗布し、乾燥して、導電体層を形成する工程と、を備えたことを特徴とする固体電解コンデンサの製造方法によって達成される。

## 【0033】

本発明の前記目的はまた、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された箔状の弁金属基体と、前記箔状の弁金属基体に、少なくとも、絶縁性酸化皮膜、固体高分子電解質層および導電体層が、順次、形成された少なくとも1つの固体電解コンデンサを内蔵する固体電解コンデンサ内蔵基板の製造方法であって、表面

が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体の両端部近傍領域それぞれに、表面が粗面化されていない箔状の弁金属基体の一端部近傍領域を、弁金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合する工程と、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体の両端部近傍領域それぞれに、表面が粗面化されていない箔状の弁金属基体の一端部近傍領域を、弁金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合する工程と、表面が粗面化されていない前記箔状の弁金属基体それぞれ他端部近傍領域に、箔状の導電性金属基体の一端部近傍領域を、金属間が電氣的に接続されるように、それぞれ接合して、固体電解コンデンサ素子用電極体を形成する工程と、前記電極体のうち、どちらか一方の表面が粗面化されていない箔状の弁金属基体の一部および、それに接合されている箔状の導電性金属基体の全体をマスキングする工程と、前記電極体のうち、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体全体と、前記マスキング処理された部分全体と、マスキング処理が施されていない表面が粗面化されていない前記箔状の弁金属基体の一部が化成溶液に浸されるように、前記化成溶液に浸し、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体と表面が粗面化されていない前記箔状の弁金属基体とに、電圧を印加して、陽極酸化処理を施し、表面が粗面化された前記箔状の弁金属基体の少なくともエッジ部分に、絶縁性酸化皮膜を形成する工程と、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された前記箔状の弁金属基体の全表面上に、固体高分子電解質層を形成する工程と、前記固体高分子電解質層上に、導電性ペーストを塗布し、乾燥して、導電体層を形成する工程と、前記各工程を経て得られる少なくとも1つ固体電解コンデンサを、少なくとも1つの配線パターンが形成された第1の絶縁基板の一方の面に、前記配線パターンと電氣的に接続されるように取り付ける工程と、少なくとも1つの配線パターンが形成された第2の絶縁基板を前記第1の絶縁基板と対向させて、前記固体電解コンデンサを、前記第1の絶縁基板および第2の絶縁基板によって形成された実質的に閉じた空間内に収容する工程、を備えたことを特徴とする固体電解コンデンサ内蔵基板の製造方法によって達成される。

【0034】

本発明において、弁金属基体は、絶縁性酸化皮膜形成能力を有する金属およびその合金よりなる群から選ばれる金属または合金によって形成される。好ましい弁金属としては、アルミニウム、タンタル、チタン、ニオブおよびジルコニウムよりなる群から選ばれる1種の金属または2種以上の金属の合金が挙げられ、これらの中でも、アルミニウムおよびタンタルが、とくに好ましい。陽極電極は、これらの金属あるいは合金を、箔状に加工して、形成される。

#### 【0035】

本発明において、導電性金属の材料は、導電性を有する金属または合金であればよく、とくに限定されるものではないが、好ましくは、ハンダ接続が可能であり、とくに、銅、真鍮、ニッケル、亜鉛およびクロムよりなる群から選ばれる1種の金属または2種以上の金属の合金から選択されることが好ましく、これらの中では、電気的特性、後工程での加工性、コストなどの観点から、銅が最も好ましく使用される。

#### 【0036】

本発明において、固体高分子電解質層は、導電性高分子化合物を含有し、好ましくは、化学酸化重合あるいは電解酸化重合によって、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された箔状の弁金属基体上に、形成される。

#### 【0037】

化学酸化重合によって、固体高分子電解質層を形成する場合、具体的には、固体高分子電解質層は、たとえば、以下のようにして、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された箔状の弁金属基体上に、形成される。

#### 【0038】

まず、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された箔状の弁金属基体上のみに、0.001ないし2.0モル/リットルの酸化剤を含む溶液、あるいは、さらに、ドーパント種を与える化合物を添加した溶液を、塗布、噴霧などの方法によって、均一に付着させる。

#### 【0039】

次いで、好ましくは、少なくとも0.01モル/リットルの導電性高分子化合物の原料モノマーを含む溶液あるいは導電性高分子化合物の原料モノマー自体を

、箔状の弁金属基体の表面に形成された絶縁性酸化皮膜に、直接接触させる。これによって、原料モノマーが重合し、導電性高分子化合物が合成され、箔状の弁金属基体の表面に形成された絶縁性酸化皮膜上に、導電性高分子化合物よりなる固体高分子電解質層が形成される。

#### 【0040】

本発明において、固体高分子電解質層に含まれる導電性高分子化合物としては、置換または非置換の $\pi$ 共役系複素環式化合物、共役系芳香族化合物およびヘテロ原子含有共役系芳香族化合物よりなる群から選ばれる化合物を、原料モノマーとするものが好ましく、これらのうちでは、置換または非置換の $\pi$ 共役系複素環式化合物を、原料モノマーとする導電性高分子化合物が好ましく、さらに、ポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリフランおよびこれらの誘導体よりなる群から選ばれる導電性高分子化合物、とくに、ポリアニリン、ポリピロール、ポリエチレンジオキシチオフェンが好ましく使用される。

#### 【0041】

本発明において、固体高分子電解質層に好ましく使用される導電性高分子化合物の原料モノマーの具体例としては、未置換アニリン、アルキルアニリン類、アルコキシアニリン類、ハロアニリン類、*o*-フェニレンジアミン類、2, 6-ジアルキルアニリン類、2, 5-ジアルコキシアニリン類、4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、ピロール、3-メチルピロール、3-エチルピロール、3-プロピルピロール、チオフェン、3-メチルチオフェン、3-エチルチオフェン、3, 4-エチレンジオキシチオフェンなどを挙げることができる。

#### 【0042】

本発明において、化学酸化重合に使用される酸化剤は、とくに限定されるものではないが、たとえば、塩化第2鉄、硫化第2鉄、フェリシアン化鉄といった $\text{Fe}^{3+}$ 塩や、硫酸セリウム、硝酸アンモニウムセリウムといった $\text{Ce}^{4+}$ の塩、ヨウ素、臭素、ヨウ化臭素などのハロゲン化物、五フッ化珪素、五フッ化アンチモン、四フッ化珪素、五塩化リン、五フッ化リン、塩化アルミニウム、塩化モリブデンなどの金属ハロゲン化物、硫酸、硝酸、フルオロ硫酸、トリフルオロメタン硫酸、クロロ硫酸などのプロトン酸、三酸化イオウ、二酸化窒素などの酸素化

合物、過硫酸ナトリウム、過硫酸カリウム、過硫酸アンモニウムなどの過硫酸塩、過酸化水素、過マンガン酸カリウム、過酢酸、ジフルオロスルホニルパーオキサイドなどの過酸化物が、酸化剤として使用される。

#### 【0043】

本発明において、必要に応じて、酸化剤に添加されるドーパント種を与える化合物としては、たとえば、 $\text{LiPF}_6$ 、 $\text{LiAsF}_6$ 、 $\text{NaPF}_6$ 、 $\text{KPF}_6$ 、 $\text{KAsF}_6$ などの陰イオンがヘキサフロロリンアニオン、ヘキサフロロ砒素アニオンであり、陽イオンがリチウム、ナトリウム、カリウムなどのアルカリ金属カチオンである塩、 $\text{LiBF}_4$ 、 $\text{NaBF}_4$ 、 $\text{NH}_4\text{BF}_4$ 、 $(\text{CH}_3)_4\text{NBF}_4$ 、 $(n\text{-C}_4\text{H}_9)_4\text{NBF}_4$ などの四フッ過ホウ素塩化合物、p-トルエンスルホン酸、p-エチルベンゼンスルホン酸、p-ヒドロキシベンゼンスルホン酸、ドデシルベンゼンスルホン酸、メチルスルホン酸、ドデシルスルホン酸、ベンゼンスルホン酸、 $\beta$ -ナフタレンスルホン酸などのスルホン酸またはその誘導体、ブチルナフタレンスルホン酸ナトリウム、2,6-ナフタレンジスルホン酸ナトリウム、トルエンスルホン酸ナトリウム、トルエンスルホン酸テトラブチルアンモニウムなどのスルホン酸またはその誘導体の塩、塩化第二鉄、臭化第二鉄、塩化第二銅、集荷第二銅などの金属ハロゲン化物、塩酸、臭化水素、ヨウ化水素、硫酸、リン酸、硝酸あるいはこれらのアルカリ金属塩、アルカリ土類金属塩もしくはアンモニウム塩、過塩素酸、過塩素酸ナトリウムなどの過ハロゲン酸もしくはその塩などのハロゲン化水素酸、無機酸またはその塩、酢酸、シュウ酸、蟻酸、酪酸、コハク酸、乳酸、クエン酸、フタル酸、マレイン酸、安息香酸、サリチル酸、ニコチン酸などのモノもしくはジカルボン酸、芳香族複素環式カルボン酸、トリフルオロ酢酸などのハロゲン化されたカルボン酸およびこれらの塩などのカルボン酸類を挙げることができる。

#### 【0044】

本発明において、これらの酸化剤およびドーパント種を与えることのできる化合物は、水や有機溶媒などに溶解させた適当な溶液の形で使用される。溶媒は、単独で使用しても、2種以上を混合して、使用してもよい。混合溶媒は、ドーパント種を与える化合物の溶解度を高める上でも有効である。混合溶媒としては、

溶媒間に相溶性を有するものおよび酸化剤およびドーパント種を与えることのできる化合物と相溶性を有するものが好ましい。溶媒の具体例としては、有機アミド類、含硫化合物、エステル類、アルコール類が挙げられる。

#### 【0045】

一方、電解酸化重合によって、固体高分子電解質層を、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された箔状の弁金属基体上に形成する場合には、公知のように、導電性下地層を作用極として、対向電極とともに、導電性高分子化合物の原料モノマーと支持電解質を含んだ電解液中に浸漬し、電流を供給することによって、固体高分子電解質層が形成される。

#### 【0046】

具体的には、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された箔状の弁金属基体上に、好ましくは、化学酸化重合によって、まず、薄層の導電性下地層が形成される。導電性下地層の厚さは、一定の重合条件のもとで、重合回数を制御することによって、制御される。重合回数は、原料モノマーの種類によって決定される。

#### 【0047】

導電性下地層は、金属、導電性を有する金属酸化物、導電性高分子化合物のいずれから構成してもよいが、導電性高分子化合物から構成することが好ましい。導電性下地層を構成するための原料モノマーとしては、化学酸化重合に用いられる原料モノマーを用いることができ、導電性下地層に含まれる導電性高分子化合物は、化学酸化重合によって形成される固体高分子電解質層に含まれる導電性高分子化合物と同様である。導電性下地層を構成するための原料モノマーとして、エチレンジオキシチオフェン、ピロールを用いる場合は、化学酸化重合のみで高分子固体電解質層を形成する場合に生成される導電性高分子の全量の10%～30%（重量比）程度の導電性高分子が生成する条件になるように重合回数を換算して、導電性下地層が形成すればよい。

#### 【0048】

その後、導電性下地層を作用極として、対向電極とともに、導電性高分子化合物の原料モノマーと支持電解質を含んだ電解液中に浸漬し、電流を供給すること

によって、導電性下地層上に、固体高分子電解質層が形成される。

#### 【0049】

電解液には、必要に応じて、導電性高分子化合物の原料モノマーおよび支持電解質に加えて、種々の添加剤を添加することができる。

#### 【0050】

固体高分子電解質層に使用することのできる導電性高分子化合物は、導電性下地層に使用される導電性高分子化合物、したがって、化学酸化重合に用いられる導電性高分子化合物と同様であり、置換または非置換の $\pi$ 共役系複素環式化合物、共役系芳香族化合物およびヘテロ原子含有共役系芳香族化合物よりなる群から選ばれる化合物を、原料モノマーとする導電性高分子化合物が好ましく、これらのうちでは、置換または非置換の $\pi$ 共役系複素環式化合物を、原料モノマーとする導電性高分子化合物が好ましく、さらに、ポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリフランおよびこれらの誘導体よりなる群から選ばれる導電性高分子化合物、とくに、ポリアニリン、ポリピロール、ポリエチレンジオキシチオフェンが好ましく使用される。

#### 【0051】

支持電解質は、組み合わせるモノマーおよび溶媒に応じて、選択されるが、支持電解質の具体例としては、たとえば、塩基性の化合物としては、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、水酸化アンモニウム、炭酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウムなどが、酸性の化合物としては、硫酸、塩酸、硝酸、臭化水素、過塩素酸、トリフルオロ酢酸、スルホン酸などが、塩としては、塩化ナトリウム、臭化ナトリウム、ヨウ化カリウム、塩化カリウム、硝酸カリウム、過ヨウ酸ナトリウム、過塩素酸ナトリウム、過塩素酸リチウム、ヨウ化アンモニウム、塩化アンモニウム、四フッ化ホウ素塩化合物、テトラメチルアンモニウムクロライド、テトラエチルアンモニウムクロライド、テトラメチルアンモニウムブロマイド、テトラエチルアンモニウムブロマイド、テトラエチルアンモニウムパークロライド、テトラブチルアンモニウムパークロライド、テトラメチルアンモニウム、D-トルエンスルホン酸クロライド、ポリジサリチル酸トリエチルアミン、10-カンファースルホン酸ナトリウムなどが、それぞれ、挙げられる。

## 【0052】

本発明において、支持電解質の溶解濃度は、所望の電流密度が得られるように設定すればよく、とくに限定されないが、一般的には、0.05ないし1.0モル／リットルの範囲内に設定される。

## 【0053】

本発明において、電解酸化重合で用いられる溶媒は、とくに限定されるものではなく、たとえば、水、プロトン性溶媒、非プロトン性溶媒またはこれらの溶媒を2種以上を混合した混合溶媒から、適宜選択することができる。混合溶媒としては、溶媒間に相溶性を有するものならびにモノマーおよび支持電解質と相溶性を有するものが好ましく使用できる。

## 【0054】

本発明において使用されるプロトン性溶媒の具体例としては、蟻酸、酢酸、プロピオン酸、メタノール、エタノール、*n*-プロパノール、イソプロパノール、*tert*-ブチルアルコール、メチルセロソルブ、ジエチルアミン、エチレンジアミンなどを挙げることができる。

## 【0055】

また、非プロトン性溶媒の具体例としては、塩化メチレン、1,2-ジクロロエタン、二硫化炭素、アセトニトリル、アセトン、プロピレンカーボネート、ニトロメタン、ニトロベンゼン、酢酸エチル、ジエチルエーテル、テトラヒドロフラン、ジメトキシエタン、ジオキサン、*N,N*-ジメチルアセトアミド、*N,N*-ジメチルホルムアミド、ピリジン、ジメチルスルホキシドなどが挙げられる。

## 【0056】

本発明において、電解酸化重合によって、固体高分子電解質層を形成する場合には、定電圧法、定電流法、電位掃引法のいずれを用いてもよい。また、電解酸化重合の過程で、定電圧法と定電流法を組み合わせ、導電性高分子化合物を重合することもできる。電流密度は、とくに限定されないが、最大で、500 mA/cm<sup>2</sup>程度である。

## 【0057】

本発明において、化学酸化重合時あるいは電解酸化重合時に、特開2000-



100665号公報に開示されるように、超音波を照射しつつ、導電性高分子化合物を重合することもできる。超音波を照射しつつ、導電性高分子化合物を重合する場合には、得られる固体高分子電解質層の膜質を改善することが可能になる。

#### 【0058】

本発明において、固体高分子電解質層の最大厚さは、エッチングなどによって形成された陽極電極表面の凹凸を完全に埋めることができるような厚さであればよく、とくに限定されないが、一般に、5ないし100 $\mu$ m程度である。

#### 【0059】

本発明において、固体電解コンデンサは、さらに、固体高分子電解質層上に、陰極として機能する導電体層を備えており、導電体層としては、グラファイトペースト層および銀ペースト層を設けることができ、グラファイトペースト層および銀ペースト層は、スクリーン印刷法、スプレー塗布法などによって形成することができる。銀ペースト層のみによって、固体電解コンデンサの陰極を形成することもできるが、グラファイトペースト層を形成する場合には、銀ペースト層のみによって、固体電解コンデンサの陰極を形成する場合に比して、銀のマイグレーションを防止することができる。

#### 【0060】

陰極として、グラファイトペースト層および銀ペースト層を形成するにあたっては、メタルマスクなどによって、粗面化処理が施され、絶縁酸化皮膜が形成された箔状の弁金属基体に対応する部分を除いた部分がマスクされ、粗面化処理が施され、絶縁酸化皮膜が形成された箔状の弁金属基体に対応する部分にのみ、グラファイトペースト層および銀ペースト層が形成される。

#### 【0061】

本発明において、固体電解コンデンサは、一方の面に、少なくとも1つの配線パターンが形成された1つの絶縁基板の他方の面側に固定され、あるいは、それぞれ、一方の面に、少なくとも1つの配線パターンが形成された互いに対向する一对の絶縁基板の他方の面の間に固定される。

#### 【0062】

本発明において、絶縁基板の材料は、とくに限定されないが、樹脂として、接着性や耐溶剤性などが良好なフェノール樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂などによって形成することができ、さらに、有機材料系に限らず、無機材料によって、絶縁基板を形成してもよく、アルミナ基板などの金属酸化物系の基板も、本発明の絶縁基板として、使用することができる。

#### 【0063】

##### 【発明の実施の形態】

以下、添付図面に基づいて、本発明の好ましい実施態様につき、詳細に説明を加える。

#### 【0064】

図1は、本発明の好ましい実施態様にかかる固体電解コンデンサに用いられる固体電解コンデンサ素子用電極体（以下、単に電極体ということがある）の略斜視図であり、図2は、図1に示した固体電解コンデンサ素子用電極体のA-A線に沿った略断面図である。

#### 【0065】

本実施態様においては、絶縁性酸化皮膜形成能力を有する弁金属として、アルミニウムが用いられ、図1および図2に示されるように、本実施態様にかかる固体電解コンデンサの電極体1は、表面が粗面化（拡面化）され、表面に、絶縁酸化皮膜である酸化アルミニウム皮膜が形成された箔状のアルミニウム基体2と、表面が粗面化されていない2つの箔状のアルミニウム基体3a、3bと、リード電極を構成する金属導体として、2つの箔状の銅基体4a、4bを備えている。

#### 【0066】

表面が粗面化され、表面に、酸化アルミニウム皮膜が形成された箔状のアルミニウム基体2の一端部領域には、表面が粗面化されていない箔状のアルミニウム基体3aの一端部領域が、超音波溶接によって、弁金属間が電氣的に接続されるように、接合され、さらに、表面が粗面化されていない箔状のアルミニウム基体3aの他端部領域には、箔状の銅基体4aの一端部領域が、超音波溶接によって、金属間が電氣的に接続されるように、接合されて、形成されている。

#### 【0067】

また、表面が粗面化され、表面に、酸化アルミニウム皮膜が形成された箔状のアルミニウム基体 2 の他端部領域には、表面が粗面化されていない箔状のアルミニウム基体 3 b の一端部領域が、超音波溶接によって、弁金属間が電氣的に接続されるように、接合され、さらに、表面が粗面化されていない箔状のアルミニウム基体 3 b の他端部領域には、箔状の銅基体 4 b の一端部領域が、超音波溶接によって、金属間が電氣的に接続されるように、接合されて、形成されている。

#### 【0068】

電極体 1 の形成にあたっては、まず、所定寸法に切断されたリード電極を構成すべき箔状の銅基体 4 a, 4 b と、アルミニウム箔シートから、所定寸法に切り出され、表面が粗面化されていない箔状のアルミニウム基体 3 a, 3 b が、それぞれ、所定面積の端部領域が互いに重なり合うように、重ね合わされる。

#### 【0069】

次いで、互いに重ね合わされている箔状の銅基体 4 a, 4 b の端部領域と、箔状のアルミニウム基体 3 a, 3 b の端部領域とが、超音波溶接によって、接合されて、溶接接合部 5 a, 5 b が形成される。箔状のアルミニウム基体 3 a, 3 b の表面に、自然酸化アルミニウム皮膜が形成されている場合でも、超音波溶接によって、接合することによって、酸化アルミニウム皮膜が除去され、金属間が電氣的に接続されるように、箔状の銅基体 4 a, 4 b の端部領域と、箔状のアルミニウム基体 3 a, 3 b の端部領域とが接合される。ここに、互いに重なり合う箔状の銅基体 4 a, 4 b の端部領域および箔状のアルミニウム基体 3 a, 3 b の端部領域の面積は、接合部が、所定の強度を有するように決定される。

#### 【0070】

その後、表面が粗面化され、表面に酸化アルミニウム皮膜が形成されている所定寸法の箔状のアルミニウム基体 2 が、アルミニウム箔シートから切り出され、箔状の銅基体 4 a, 4 b とそれぞれ接合された表面が粗面化されていない箔状のアルミニウム基体 3 a, 3 b が、それぞれ、所定面積の端部領域が互いに重なり合うように、重ね合わされる。

#### 【0071】

次いで、互いに重ね合わされている表面が粗面化された箔状のアルミニウム基

体 2 の端部領域と、表面が粗面化されていない箔状のアルミニウム基体 3 a, 3 b の端部領域とが、超音波溶接によって、接合されて、溶接接合部 6 a, 6 b が生成される。ここに、超音波溶接によって、接合することによって、箔状のアルミニウム基体 2 の表面に形成されている酸化アルミニウム皮膜が除去され、アルミニウム金属間が電氣的に接続されるように、表面が粗面化されていない箔状のアルミニウム基体 3 a, 3 b の端部領域と、表面が粗面化されている箔状のアルミニウム基体 2 の端部領域とが接合される。ここに、互いに重なり合う箔状のアルミニウム基体 3 a, 3 b の端部領域および箔状のアルミニウム基体 2 の端部領域の面積は、接合部が、所定の強度を有するように決定される。

#### 【0072】

こうして、形成された電極体 1 は、表面が粗面化され、表面に酸化アルミニウム皮膜が形成された箔状のアルミニウム基体 2 が、アルミニウム箔シートから切り出されたものであるため、そのエッジ部には、誘電体を構成する酸化アルミニウム皮膜が形成されてはおらず、固体電解コンデンサの陽極電極として用いるためには、表面が粗面化されている箔状のアルミニウム基体 2 のエッジ部に、陽極酸化によって、酸化アルミニウム皮膜を形成することが必要である。

#### 【0073】

図 3 は、表面が粗面化されている箔状のアルミニウム基体 2 のエッジ部に、酸化アルミニウム皮膜を形成する陽極酸化方法を示す略断面図である。

#### 【0074】

図 3 に示されるように、まず、電極体 1 の一方に設けられた、表面が粗面化されていない箔状のアルミニウム基体 3 a の一部および箔状の銅基体 4 a の全体が、熱硬化型レジスト 8 x によってマスクされる。次いで、ステンレスビーカー 7 中に收容されたアジピン酸アンモニウム水溶液よりなる化成溶液 8 中に、表面が粗面化された箔状のアルミニウム基体 2 の全体と、マスク処理された表面が粗面化されていない箔状のアルミニウム基体 3 a の一部および箔状の銅基体 4 a の全体が浸漬されるように、電極体 1 がセットされ、箔状の銅基体 4 b がプラスに、ステンレスビーカー 7 がマイナスになるように、電圧が印加される。

#### 【0075】

使用電圧は、形成すべき酸化アルミニウム皮膜の膜厚に応じて、適宜決定することができ、10 nmないし1  $\mu$  mの膜厚を有する酸化アルミニウム皮膜を形成するときは、通常、数ボルトないし20ボルト程度に設定される。

#### 【0076】

その結果、陽極酸化が開始され、化成溶液8は、箔状のアルミニウム基体2の表面が粗面化されているため、毛細管現象によって、上昇するが、箔状のアルミニウム基体3の表面は粗面化されていないため、表面が粗面化されている箔状のアルミニウム基体2と、表面が粗面化されていない箔状のアルミニウム基体3bの接合部を越えて、銅基体4bまで上昇し接触することはない、また、表面が粗面化されていない箔状のアルミニウム基体3aの一部および箔状の銅基体4aが、熱硬化型レジストによってマスクされているので、これらが化成溶液8と接触することはない。

#### 【0077】

したがって、リード電極を構成する箔状の銅基体4a, 4bに化成溶液8が接触することが確実に防止され、エッジ部を含む表面が粗面化されている箔状のアルミニウム基体2の全表面およびこれに接合された表面が粗面化されていない箔状のアルミニウム基体3a, 3bの一部の領域のみに、酸化アルミニウム皮膜が形成される。

#### 【0078】

こうして作製された電極体1には、表面が粗面化され、酸化アルミニウム皮膜が形成されている箔状のアルミニウム基体2の全表面上に、公知の方法で、導電性高分子などからなる陰極電極が形成され、固体電解コンデンサが生成される。

#### 【0079】

図4は、固体電解コンデンサの略断面図である。

#### 【0080】

図4に示されるように、固体電解コンデンサ10は、表面が粗面化され、酸化アルミニウム皮膜9が形成されている箔状のアルミニウム基体2の全表面上に、固体高分子電解質層11、グラファイトペースト層12および銀ペースト層13からなる陰極電極14を備えている。

## 【0081】

導電性高分子化合物を含む固体高分子電解質層 11 は、表面が粗面化され、酸化アルミニウム皮膜 9 が形成されている箔状のアルミニウム基体 2 の全表面上に、化学酸化重合あるいは電解酸化重合によって形成され、グラファイトペースト層 12 および銀ペースト層 13 は、固体高分子電解質層 11 上に、スクリーン印刷法あるいはスプレー塗布法によって形成される。

## 【0082】

こうして生成された固体電解コンデンサ 10 は、熱硬化型レジスト 8x によるマスクが除去され、一对の絶縁基板の間に、固定されて、基板に内蔵され、固体電解コンデンサ内蔵基板とされる。

## 【0083】

図 5 は、固体電解コンデンサ内蔵基板の略断面図である。

## 【0084】

図 5 に示されるように、固体電解コンデンサ内蔵基板 20 は、互いに対向する第一の絶縁基板 21 と第二の絶縁基板 22 を備え、第一の絶縁基板 21 と第二の絶縁基板 22 との間に、固体電解コンデンサ 10 を備えている。

## 【0085】

第一の絶縁基板 21 には、互いに対向する 2 つの側部に沿って、その高さが、固体電解コンデンサ 10 の厚さよりも大きいバンク 23 が形成されており、固体電解コンデンサ 10 は、バンク 23 の間の第一の絶縁基板 21 の一面上の所定の位置に位置決めされ、導電性接着剤 29 によって固定される。

## 【0086】

本実施態様においては、バンク 23 は、第一の絶縁基板 21 および第二の絶縁基板 22 と同じ材質の基板を、その周縁部に、所定面積の部分が残されるように打ち抜き加工して、枠状の基板を形成し、第一の絶縁基板 21 および第二の絶縁基板 22 と同じ材質の接着剤を用いて、枠状の基板を第一の絶縁基板に固定することによって、形成されている。

## 【0087】

第一の絶縁基板 21 の他面には、配線パターン 24 が形成されており、第一の

絶縁基板 21 には、設置しようとする 3 端子型の固体電解コンデンサの電極位置に対応するように、複数のスルーホール 25 が形成されている。

#### 【0088】

固体電解コンデンサ 10 が、第一の絶縁基板 21 上の所定の位置に位置決めされて、導電性接着剤 29 によって、第一の絶縁基板 21 上に固定されると、第一の絶縁基板 21 に形成されたバンク 23 に当接するように、平板状の第二の絶縁基板 22 が被せられる。

#### 【0089】

さらに第一の絶縁基板 21 および第二の絶縁基板 22 と同じ材質の接着剤を用いて、第一の絶縁基板 21 と第二の絶縁基板 22 とが接着されて、固体電解コンデンサ内蔵基板 20 が生成される。

#### 【0090】

第二の絶縁基板 22 の上面には、配線パターン 27 が形成され、第二の絶縁基板 22 にも、複数のスルーホール 28 が形成されている。

#### 【0091】

さらに、第一の絶縁基板 21 の下面および第二の絶縁基板 22 の上面には、電子部品 30 が搭載され、そのコンタクトが、配線パターン 24、27 に電氣的に接続される。

#### 【0092】

第一の絶縁基板 21 は、固体電解コンデンサ 10 の陽極リード電極である箔状の銅基体 4a、4b に対応する位置および、陰極電極 14 に対応する位置に、それぞれ、スルーホール 25a、25b、25c を備えており、スルーホール 25a、25b、25c を介して、固体電解コンデンサ 10 の陽極リード電極である銅基体 4a、4b および陰極電極 14 を目視によって、確認することができるように構成されている。

#### 【0093】

スルーホール 25a、25b、25c を介して、固体電解コンデンサ 10 の陽極および陰極は、第一の絶縁基板 21 に形成された配線パターン 24 あるいは第二の絶縁基板 22 に形成された配線パターン 27 と電氣的に接続される。

## 【0094】

以上説明したように、本実施態様によれば、箔状の銅基体 4 a, 4 b よりなる陽極リード電極を備え、表面が粗面化された箔状のアルミニウム基体 2 の表面が酸化アルミニウム皮膜で覆われた電極体 1 を有する電気的特性に優れた 3 端子型の固体電解コンデンサ 10 を得ることができる。また、3 端子型の固体電解コンデンサとして構成されているので、電流経路の分割によって ESL を低減することができ、しかも初期特性値のみならず、ほとんど特性変化のない良好な電気的特性を有する電解コンデンサを得ることができる。

## 【0095】

こうして得られた固体電解コンデンサ 10 は、その厚さを十分に薄くすることができるから、回路基板に内蔵するのに適し、所望のように、固体電解コンデンサが内蔵された基板 20 を作製することが可能になる。

## 【0096】

また、本実施態様によれば、第一の絶縁基板 22 には、バンク 23 が設けられ、固体電解コンデンサ内蔵基板 20 の作製にあたり、固体電解コンデンサ 10 は、第一の絶縁基板 21、バンク 23 および第二の絶縁基板 22 によって形成される実質的に閉じた空間内に収容されているから、第二の絶縁基板 22 を、固体電解コンデンサ 10 および第一の絶縁基板 21 と一体化させる際に、固体電解コンデンサに過度な圧力が加わることがなく、したがって、箔状のアルミニウム基体 2 の表面に形成された酸化アルミニウム皮膜が破壊されて、陽極として作用するアルミニウムと固体高分子電解質層 11 とが接触し、通電時に、ショートが発生することを確実に防止することが可能になる。

## 【0097】

図 6 は、本発明の他の好ましい実施態様にかかる固体電解コンデンサの略上面斜視図である。また図 7 は、図 6 の各素子が接合された状態における B-B 線に沿った略断面図である。

## 【0098】

図 6 および図 7 に示されるように、この固体電解コンデンサは、図 4 に示した 1 つの固体電解コンデンサの素子を、3 個積み重ねて構成されたものである。各



固体電解コンデンサ素子 10 a ないし 10 c は、陰極電極 14 どうしが導電性接着剤 29 によって接着され、陽極リード電極 4 a, 4 b どうしが超音波溶接によって接合されることにより、それぞれ電氣的に接続される。したがって、コンデンサ素子としてはわずかに厚みが増すものの、図 4 に示した 1 素子の固体電解コンデンサに比べて 3 倍の静電容量を有する固体電解コンデンサを提供することができる。なお、本実施態様では固体電解コンデンサ素子を 3 個重ねた場合を説明したが、これに限定されるものではなく、静電容量と低背化の要求との兼ね合いに応じて、積層枚数は自由に決めることが可能である。

#### 【0099】

##### 【実施例】

以下、本発明の効果をより一層明らかなものとするため、実施例および比較例を掲げる。

#### 【0100】

##### 実施例 1

固体高分子電解質層を有する固体電解コンデンサを、以下のようにして、作製した。

#### 【0101】

銅箔シートから、 $0.5\text{ cm} \times 1\text{ cm}$  の寸法で切り出された厚さ  $60\text{ }\mu\text{m}$  の銅箔と、アルミニウム箔シートから、 $1\text{ cm} \times 1\text{ cm}$  の寸法で切り出された粗面化処理が施されていない厚さ  $60\text{ }\mu\text{m}$  のアルミニウム箔を、それぞれの一端部領域が  $1\text{ mm}$  だけ重なり合うように、重ね合わせ、それぞれの一端部領域が重なり合った部分を、日本エマソン株式会社ブランソン事業本部製の  $40\text{ kHz}$  超音波溶接機によって、接合するとともに、電氣的に接続して、銅箔と粗面化処理が施されていないアルミニウム箔の接合体を 2 個作製した。

#### 【0102】

次いで、酸化アルミニウム皮膜が形成され、粗面化処理が施されている厚さ  $100\text{ }\mu\text{m}$  のアルミニウム箔シートから、 $1\text{ cm} \times 1.5\text{ cm}$  の寸法で、アルミニウム箔を切り出し、その一端部領域が、粗面化処理が施されていないアルミニウム箔の他端部領域と  $1\text{ mm}$  だけ重なり合うように、前記作製された銅箔と粗面化

処理が施されていないアルミニウム箔の接合体に重ね合わせ、それぞれの端部領域が重なり合った部分を、超音波溶接機によって、接合するとともに、電氣的に接続して、銅箔、粗面化処理が施されていないアルミニウム箔および粗面化処理が施されているアルミニウム箔の接合体を形成した。

#### 【0103】

さらに、前記作製された接合体における粗面化処理が施されているアルミニウム箔の接合部と対向する他端部領域に、もう1つの銅箔と粗面化処理が施されていないアルミニウム箔の接合体を、その他端部領域と1mmだけ重なり合うように、重ね合わせ、それぞれの端部領域が重なり合った部分を、超音波溶接機によって、接合するとともに、電氣的に接続して、銅箔、粗面化処理が施されていないアルミニウム箔および粗面化処理が施されているアルミニウム箔の接合体を形成した。

#### 【0104】

以上の処理によって、銅箔、粗面化処理が施されていないアルミニウム箔、粗面化処理が施されているアルミニウム箔、粗面化処理が施されていないアルミニウム箔、銅箔の順に接合されている3端子固体電解コンデンサ素子用電極体を作製した。

#### 【0105】

こうして作製された電極体において、両端部に形成されている銅箔及び粗面化処理が施されていないアルミニウム箔部分のうち、一端部分にのみレジストを塗布してコーティングした。ただし、粗面化処理が施されていないアルミニウム箔の一部と、粗面化処理が施されているアルミニウム箔の接合部にはレジストを塗布していない。

#### 【0106】

さらに、こうして得られた電極体を、7重量%の濃度で、6.0のpHに調整されたアジピン酸アンモニウム水溶液中に、酸化アルミニウム皮膜が形成され、粗面化処理が施されているアルミニウム箔が完全に浸漬されるように、アジピン酸アンモニウム水溶液中にセットした。この際、粗面化処理が施されていない2つのアルミニウム箔のうちコーティングされていない方のアルミニウム箔の一部

も、アジピン酸アンモニウム水溶液中に浸されたが、2つの銅箔のうちコーティングされていない方の銅箔は、アジピン酸アンモニウム水溶液と接触させなかった。

#### 【0107】

次いで、電極体のレジスト処理されていない銅箔側を陽極とし、化成電流密度が50ないし100 mA/cm<sup>2</sup>、化成電圧が35ボルトの条件下で、アジピン酸アンモニウム水溶液中に浸漬されているアルミニウム箔の表面を酸化させ、酸化アルミニウム皮膜を形成した。

#### 【0108】

その後、電極体をアジピン酸アンモニウム水溶液から引き上げ、粗面化処理が施されているアルミニウム箔の表面上に、化学酸化重合によって、ポリピロールからなる固体高分子電解質層を形成した。

#### 【0109】

ここに、ポリピロールからなる固体高分子電解質層は、蒸留精製した0.1モル/リットルのピロールモノマー、0.1モル/リットルのアルキルナフタレンスルホン酸ナトリウムおよび0.05モル/リットルの硫酸鉄(III)を含むエタノール水混合溶液セル中に、粗面化処理が施され、酸化アルミニウム皮膜が形成されたアルミニウム箔のみが浸漬されるように、電極体をセットし、30分間にわたって、攪拌し、化学酸化重合を進行させ、同じ操作を3回にわたって、繰り返して、生成した。その結果、最大厚さが、約50 μmの固体高分子電解質層が形成された。

#### 【0110】

さらに、こうして得られた固体高分子電解質層の表面に、カーボンペーストを塗布し、さらに、カーボンペーストの表面に、銀ペーストを塗布して、陰極電極を形成し、ペースト層が形成された後、前記塗布したレジスト層を有機溶媒にて溶解させ、レジストを除去し、粗面化処理が施されていないアルミニウム箔と、銅箔部分を露出させた。以上の処理によって、3端子型の固体電解コンデンサを作製した。

#### 【0111】

一方、厚さ $18\mu\text{m}$ の銅箔が、両面に貼り合わされた厚さ $0.5\text{mm}$ で、 $2\text{cm}\times 4.5\text{cm}$ のサイズを有する2枚のガラスクロス含有エポキシ樹脂絶縁性基板を、以下のようにして、準備した。

#### 【0112】

銅箔面には、電気回路を形成するために、銅箔の不要部分を化学的にエッチングし、所定の配線パターンを形成した。ただし、3端子型固体電解コンデンサが固定されるべき側の基板面は、レジストでパターンニングし、化学的にエッチングして、不要な部分の銅箔はすべて除去した。

#### 【0113】

さらに、内蔵されるべき固体電解コンデンサの2つの陽極リード電極および陰極電極に対応するガラスクロス含有エポキシ樹脂絶縁性基板の位置に、それぞれ、スルーホールを形成し、スルーホールと、エッチングされた銅箔パターン上に、無電解メッキによって、 $3\mu\text{m}$ のニッケルメッキを施し、さらに、その上に、 $0.08\mu\text{m}$ の金メッキを施した。

#### 【0114】

搭載される各種電子部品のためのスルーホールを、さらに、もう一方のガラスクロス含有エポキシ樹脂絶縁性基板に同様の手法で形成した。

#### 【0115】

一方、2枚の基板と同じガラスクロス含有エポキシ樹脂よりなる厚さ $200\mu\text{m}$ の基板を、 $2\text{cm}\times 4.5\text{cm}$ の寸法に加工し、加工した基板の周囲に幅 $3\text{mm}$ の領域を残して、内側部分を、打ち抜き加工により、除去して、バンク形成用基板を作製した。

#### 【0116】

さらに、2枚の基板と同じガラスクロス含有エポキシ樹脂よりなる厚み $50\mu\text{m}$ の2枚のエポキシプリプレグを、 $2\text{cm}\times 4.5\text{cm}$ の寸法に加工し、加工した基板の周囲に幅 $3\text{mm}$ の領域を残して、内側部分を、打ち抜き加工によって、除去して、バンク形成用基板を作製した。

#### 【0117】

打ち抜き加工され、内側部分が除去されたバンク形成用基板と、ガラスクロス

含有エポキシ樹脂絶縁性基板の一方の銅箔が除去された表面とを、上述のように加工された厚さ  $50\ \mu\text{m}$  の 2 枚のエポキシプリプレグの一方を介して、密着させ、真空ホットプレス装置を用いて、加圧および減圧下において、40 分間にわたって、 $175^\circ\text{C}$  に保持し、エポキシプリプレグを硬化させて、ガラスクロス含有エポキシ樹脂絶縁性基板と、内側部分が除去された基板とを固定し、凹部空間を備えた絶縁性基板を得た。

#### 【0118】

凹部空間を備えた絶縁性樹脂基板の電解コンデンサの設置面に、3 端子型固体電解コンデンサの 2 つの陽極リード電極および陰極電極が、絶縁性基板に形成されたスルーホールに対応する位置に配置されるように、銀-エポキシ系接着剤を用いて、固体電解コンデンサ素子を固定した。

#### 【0119】

次いで、3 端子型固体電解コンデンサ素子が固定されたガラスクロス含有エポキシ樹脂絶縁性基板上に、もう一方のエポキシ樹脂絶縁性基板を、上述のように加工された厚さ  $50\ \mu\text{m}$  の他方のエポキシプリプレグを介して、固体電解コンデンサが、凹部空間内に收容されるように、重ね合わせ、密着させた。

#### 【0120】

こうして、密着された 2 枚の絶縁性基板を、真空ホットプレス装置を用いて、加圧および減圧下で、40 分間にわたり、 $175^\circ\text{C}$  に保持し、エポキシプリプレグを硬化させて、2 枚のガラスクロス含有エポキシ樹脂絶縁性基板の間を固定した。

#### 【0121】

ガラスクロス含有エポキシ樹脂絶縁性基板の冷却後、ガラスクロス含有エポキシ樹脂絶縁性基板のそれぞれに形成されたスルーホールを介して、ガラスクロス含有エポキシ樹脂絶縁性基板の表面に形成されている配線パターンと、内蔵化された固体電解コンデンサが固定されているスルーホール部分とを電子部品等を介するなどして、導電性接着剤やハンダによって、電氣的に接続して、固体電解コンデンサ内蔵プリント基板 # 1 を得た。

#### 【0122】

こうして作製された固体電解コンデンサ内蔵プリント基板#1の電気的特性について、アジレントテクノロジー社製インピーダンスアナライザー4294Aおよびネットワークアナライザ8753Dを用いて、静電容量および $S_{21}$ 特性を測定し、得られた $S_{21}$ 特性をもとに、等価回路シミュレーションを行い、ESR、ESL値を決定した。

#### 【0123】

その結果、120Hzでの静電容量は150 $\mu$ Fであり、100kHzでのESRは25m $\Omega$ であり、ESLは15pHであった。

#### 【0124】

さらに、固体電解コンデンサ内蔵プリント基板サンプル#1を、125°Cの高温条件下で、1000時間にわたって放置し、上記と同様にして、電気的特性を評価した。

#### 【0125】

その結果、120Hzでの静電容量は145 $\mu$ Fであり、100kHzでのESRは27m $\Omega$ であり、ESLは16pHであった。

#### 【0126】

##### 実施例2

実施例1と同様にして、3端子型固体電解コンデンサを3個作製した。

#### 【0127】

このうち、3つの3端子型固体電解コンデンサの一方の陽極リード電極と、ペースト層（導電体層）が形成された陰極電極と、他方の陽極リード電極とが、互いに重なり合うように積層した。陰極電極は、銀系の導電性接着剤を用いて一体化し、2つの陽極リード電極は、それぞれNEC製YAGレーザスポット溶接機で溶接して一体化した。

#### 【0128】

以上により、3つの3端子型固体電解コンデンサが積層された固体電解コンデンサユニットを作製した。

#### 【0129】

さらに、実施例1と同様にして、2枚のガラスクロス含有エポキシ樹脂絶縁性

基板を作製した。

【0130】

一方、基板と同じガラスクロス含有エポキシ樹脂よりなる  $500\mu\text{m}$  の厚さの 2 枚の基板を、それぞれ、 $2\text{cm} \times 4.5\text{cm}$  の寸法に加工し、加工した基板の周囲に幅  $3\text{mm}$  の領域を残して、内側部分を、打ち抜き加工により、除去して、2 枚のバンク形成用基板を作製した。

【0131】

次いで、基板と同じガラスクロス含有エポキシ樹脂よりなる厚み  $50\mu\text{m}$  の 3 枚のエポキシプリプレグを、それぞれ、 $2\text{cm} \times 4.5\text{cm}$  の寸法に加工し、加工した基板の周囲に幅  $3\text{mm}$  の領域を残して、内側部分を、打ち抜き加工によって、除去して、第一のエポキシプリプレグ、第二のエポキシプリプレグおよび第三のエポキシプリプレグを作製した。

【0132】

打ち抜き加工され、内側部分が除去されたバンク形成用基板の一方と、ガラスクロス含有エポキシ樹脂絶縁性基板の一方の銅箔が除去された表面とを、上述のように加工された厚さ  $50\mu\text{m}$  の第一のエポキシプリプレグの一方を介して、密着させ、真空ホットプレス装置を用いて、加圧および減圧下において、40 分間にわたり、 $175^\circ\text{C}$  に保持し、エポキシプリプレグを硬化させて、ガラスクロス含有エポキシ樹脂絶縁性基板と、バンク形成用基板の一方とを固定し、凹部空間を備えた第一の絶縁性基板を得た。

【0133】

同様にして、打ち抜き加工され、内側部分が除去されたバンク形成用基板の他方と、ガラスクロス含有エポキシ樹脂絶縁性基板の他方の銅箔が除去された表面とを、上述のように加工された厚さ  $50\mu\text{m}$  の第二のエポキシプリプレグの他方を介して、密着させ、真空ホットプレス装置を用いて、加圧および減圧下において、40 分間にわたり、 $175^\circ\text{C}$  に保持し、エポキシプリプレグを硬化させて、ガラスクロス含有エポキシ樹脂絶縁性基板と、他方のバンク形成用基板とを固定し、凹部空間を備えた第二の絶縁性基板を得た。

【0134】

こうして得られた第一の絶縁基板の凹部空間内に、3端子型固体電解コンデンサ素子ユニットの2つの陽極リード電極および陰極電極が、絶縁性基板に形成されたスルーホールに対応する位置に配置されるようにして、銀—エポキシ系接着剤を用いて、固体電解コンデンサ素子を固定した。

#### 【0135】

次いで、3端子型固体電解コンデンサが固定された第一の絶縁性基板上に、第二の絶縁性基板を、上述のように加工された厚さ $50\mu\text{m}$ の第三のエポキシプリプレグを介在させ、凹部空間が互いに対向し、固体電解コンデンサが凹部空間内に収容されるように重ね合わせて、密着させた。

#### 【0136】

こうして、密着された2枚の絶縁性基板を、真空ホットプレス装置を用いて、加圧および減圧下で、40分間にわたり、 $175^{\circ}\text{C}$ に保持し、エポキシプリプレグを硬化させて、2枚のガラスクロス含有エポキシ樹脂絶縁性基板の間を固定した。

#### 【0137】

ガラスクロス含有エポキシ樹脂絶縁性基板の冷却後、ガラスクロス含有エポキシ樹脂絶縁性基板のそれぞれに形成されたスルーホールを介して、ガラスクロス含有エポキシ樹脂絶縁性基板の表面に形成されている配線パターンと、内蔵化された固体電解コンデンサが固定されているスルーホール部分とを電子部品等を介するなどして、導電性接着剤やハンダによって、電氣的に接続して、固体電解コンデンサ内蔵プリント基板#2を得た。

#### 【0138】

こうして作製された固体電解コンデンサ内蔵プリント基板#2の電氣的特性を、実施例1と同様の手法で評価した。

#### 【0139】

その結果、 $120\text{Hz}$ での静電容量は $455\mu\text{F}$ であり、 $100\text{kHz}$ でのESRは $10\text{m}\Omega$ であり、ESLは $12\text{pH}$ であった。

#### 【0140】

さらに、固体電解コンデンサ内蔵プリント基板サンプル#2を、 $125^{\circ}\text{C}$ の



高温条件下で、1000時間にわたって放置し、上記と同様にして、電気的特性を評価した。

#### 【0141】

その結果、120Hzでの静電容量は450 $\mu$ Fであり、100kHzでのESRは11m $\Omega$ であり、ESLは12pHであった。

#### 【0142】

##### 比較例1

銅箔シートから、0.5cm $\times$ 1cmの寸法で切り出された厚さ60 $\mu$ mの銅箔と、アルミニウム箔シートから、1cm $\times$ 1cmの寸法で切り出された粗面化処理が施されていない厚さ60 $\mu$ mのアルミニウム箔を、それぞれの一端部領域が1mmだけ重なり合うように、重ね合わせ、それぞれの端部領域が重なり合った部分を、日本エマソン株式会社ブランソン事業本部製の40kHz超音波溶接機によって、接合するとともに、電氣的に接続して、銅箔と粗面化処理が施されていないアルミニウム箔の接合体を形成した。

#### 【0143】

次いで、酸化アルミニウム皮膜が形成され、粗面化処理が施されている厚さ100 $\mu$ mのアルミニウム箔シートから、1cm $\times$ 1.5cmの寸法でアルミニウム箔を切り出し、その端部領域が、粗面化されていないアルミニウム箔の他端部領域と1mmだけ重なり合うように、重ね合わせ、それぞれの端部領域が重なり合った部分を、超音波溶接機によって、接合するとともに、電氣的に接続して、銅箔、粗面化処理が施されていないアルミニウム箔、酸化アルミニウム皮膜が形成され、粗面化処理が施されているアルミニウム箔の接合体を形成した。

#### 【0144】

以上の処理によって、銅箔、粗面化処理が施されていないアルミニウム箔、酸化アルミニウム皮膜が形成され、粗面化処理が施されているアルミニウム箔の順に接合されている2端子型固体電解コンデンサ用電極体を作製した。

#### 【0145】

このようにして得られた2端子型固体電解コンデンサ用電極体を、実施例1と略同様に加工して、2端子型固体電解コンデンサ内蔵プリント基板サンプル#3

を作製した。

【0146】

こうして作製された固体電解コンデンサ内蔵プリント基板#3の電気的特性を、実施例1と同様の手法で評価した。

【0147】

その結果、120Hzでの静電容量は150 $\mu$ Fであり、100kHzでのESRは45m $\Omega$ であった。ESLは1500pHであった。

【0148】

さらに、固体電解コンデンサ内蔵プリント基板サンプル#3を、125°Cの高温条件下で、1000時間にわたって放置し、上記と同様にして、電気的特性を評価した。

【0149】

その結果、120Hzでの静電容量は140 $\mu$ Fであり、100kHzでのESRは55m $\Omega$ であり、ESLは1556pHであった。

【0150】

実施例1、2ならびに比較例1から、酸化アルミニウム皮膜が形成され、粗面化処理が施されているアルミニウム箔と、粗面化処理が施されていないアルミニウム箔と、銅箔とが接合されて、作製された固体電解コンデンサを用いた本発明にかかる固体電解コンデンサ内蔵プリント基板サンプル#1及び#2は、箔間の接合方法、電気導体の材質および使用する固体高分子化合物の種類のいかんにかかわらず、静電容量特性、ESR特性およびESL特性のいずれも良好であり、一方、比較例1にかかる固体電解コンデンサ内蔵プリント基板サンプル#3にあつては、ESR特性およびESL特性が劣っており、特にESL特性が著しく劣っていることが判明した。

【0151】

本発明は、以上の実施態様および実施例に限定されることなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることはいうまでもない。

【0152】

たとえば、前記実施態様においては、弁金属基体 2、3 として、アルミニウムが用いられているが、アルミニウムに代えて、アルミニウム合金、または、タンタル、チタン、ニオブ、ジルコニウムもしくはこれらの合金などによって、弁金属基体 2、3 を形成することもできる。

#### 【0153】

また、前記実施態様においては、リード電極を構成すべき金属導体として、箔状の銅が用いられているが、銅に代えて、銅合金、または、真鍮、ニッケル、亜鉛、クロムもしくはこれらの合金によって、金属導体を形成することもできる。

#### 【0154】

さらに、前記実施態様においては、表面が粗面化された箔状のアルミニウム基体 2 と、表面が粗面化されていないアルミニウム基体 3 a, 3 b とを、超音波溶接によって、接合するとともに、表面が粗面化されていないアルミニウム基体 3 a, 3 b と、箔状の銅基体 4 a, 4 b とを、超音波溶接によって、接合しているが、これらの接合部の双方を、あるいは、一方を、超音波溶接に代えて、コールドウェルディング（冷間圧接）によって、接合し、接合部を形成するようにしてもよい。

#### 【0155】

また、図 5 に示された実施態様においては、固体電解コンデンサ 10 を、第一の絶縁基板 21 と第二の絶縁基板 22 によって挟んで、固体電解コンデンサ内蔵プリント基板 20 を作製しているが、1つの絶縁基板上に、固体電解コンデンサ 10 を固定して、固体電解コンデンサ内蔵プリント基板 20 を作製することもできる。

#### 【0156】

さらに、図 5 に示された実施態様においては、第一の絶縁基板 21 の表面および第二の絶縁基板 22 の表面の双方に、複数の電子部品 30 が搭載されているが、複数の電子部品 30 を搭載することは必ずしも必要でない。

#### 【0157】

また、図 5 に示された実施態様においては、第一の絶縁基板 21 の表面および第二の絶縁基板 22 の表面の双方に、電子部品 30 が搭載されているが、第一の

絶縁基板 21 の表面および第二の絶縁基板 22 の表面の一方にのみ、電子部品 30 が搭載されていてもよい。

#### 【0158】

さらに、図 5 に示された実施態様においては、第一の絶縁基板 21 の表面および第二の絶縁基板 22 の表面に、それぞれ、複数の配線パターン 24、27 が形成されているが、第一の絶縁基板 21 の表面と第二の絶縁基板 22 の表面に、複数の配線パターン 24、27 を形成することは必ずしも必要でなく、少なくとも 1 つの配線パターンが形成されていればよい。

#### 【0159】

また、図 5 に示された実施態様においては、第一の絶縁基板 21 および第二の絶縁基板 22 のそれぞれに、複数のスルーホール 28 が形成されているが、第一の絶縁基板 21 および第二の絶縁基板 22 のそれぞれに、複数のスルーホールを形成することは必ずしも必要でなく、それぞれ、少なくとも 1 つのスルーホールが形成されていればよい。

#### 【0160】

さらに、図 5 に示された実施態様においては、第一の絶縁基板 21 に、バンク 23 を形成しているが、第二の絶縁基板 22 に、バンク 23 を形成することもできる。

#### 【0161】

また、図 5 に示された実施態様においては、第一の絶縁基板 21 および第二の絶縁基板 22 と同じ材質の基板を、その周縁部に、所定面積の部分が残されるように打ち抜き加工して、枠状の基板を形成し、第一の絶縁基板 21 および第二の絶縁基板 22 と同じ材質の接着剤を用いて、枠状の基板を第一の絶縁基板に固定することによって、バンク 23 を形成しているが、第一の絶縁基板 21 を切削加工するなどして、第一の絶縁基板 21 と一体的にバンクを形成することもできるし、第一の絶縁基板 21 および第二の絶縁基板 22 の双方に、切削加工などによって、一体的に、バンクを形成することもできる。

#### 【0162】

さらに、図 5 に示された実施態様においては、第一の絶縁基板 21 に、互いに

対向する 2 つの側部に沿って、その高さが、固体電解コンデンサ 10 の厚さよりも大きいバンク 23 が形成されているが、バンク 23 を形成することは必ずしも必要ではなく、スペーサによって代用することもできるし、単に、樹脂 26 によって、第一の絶縁基板 21 と第二の絶縁基板 22 とを、固体電解コンデンサ 10 を挟んで、互いに離間するように、一体化することもできる。

### 【0163】

#### 【発明の効果】

本発明によれば、表面が粗面化され、絶縁性酸化皮膜が形成された箔状の弁金属基体と、箔状の弁金属基体に、絶縁性酸化皮膜、固体高分子電解質層および導電体層が、順次、形成された 3 端子型の固体電解コンデンサであって、回路基板に内蔵するのに適した 3 端子型固体電解コンデンサおよび 3 端子型固体電解コンデンサ内蔵基板ならびにそれらの製造方法を提供することが可能になる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

図 1 は、本発明の好ましい実施態様にかかる固体電解コンデンサに用いられる固体電解コンデンサ素子用電極体の略上面斜視図である。

##### 【図 2】

図 2 は、図 1 に示した固体電解コンデンサ素子用電極体の A-A 線に沿った略断面図である。

##### 【図 3】

図 3 は、表面が粗面化された箔状のアルミニウム基体のエッジ部に、酸化アルミニウム皮膜を形成する陽極酸化方法を示す略断面図である。

##### 【図 4】

図 4 は、固体電解コンデンサの略断面図である。

##### 【図 5】

図 5 は、固体電解コンデンサ内蔵プリント基板の略断面図である。

##### 【図 6】

図 6 は、本発明の他の好ましい実施態様にかかる固体電解コンデンサの略上面斜視図である。

## 【図 7】

図 7 は、図 1 の各素子が接合された状態における B-B 線に沿った略断面図である。

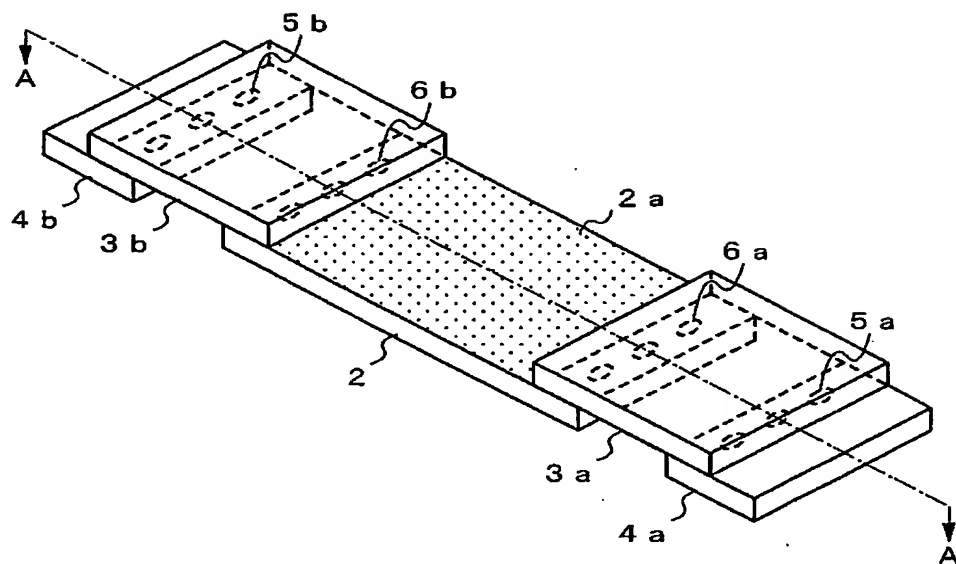
## 【符号の説明】

- 1 陽極電極
- 2 表面が粗面化され、酸化皮膜が形成された箔状のアルミニウム基体
- 3 a, 3 b 表面が粗面化されていない箔状のアルミニウム基体
- 4 a, 4 b 箔状の銅基体
- 5 a, 5 b 溶接接合部
- 6 a, 6 b 溶接接合部
- 7 ステンレスビーカー
- 8 化成溶液
- 8 x 熱効果型レジスト
- 9 酸化アルミニウム皮膜
- 10, 10 a, 10 b, 10 c 固体電解コンデンサ
- 11 固体高分子電解質層
- 12 グラファイトペースト層
- 13 銀ペースト層
- 14 陰極電極
- 20 固体電解コンデンサ内蔵プリント基板
- 21 第一の絶縁基板
- 22 第二の絶縁基板
- 23 第一の絶縁基板のバンク
- 24 配線パターン
- 25 スルーホール
- 27 配線パターン
- 28 スルーホール
- 29 導電性接着剤
- 30 電子部品

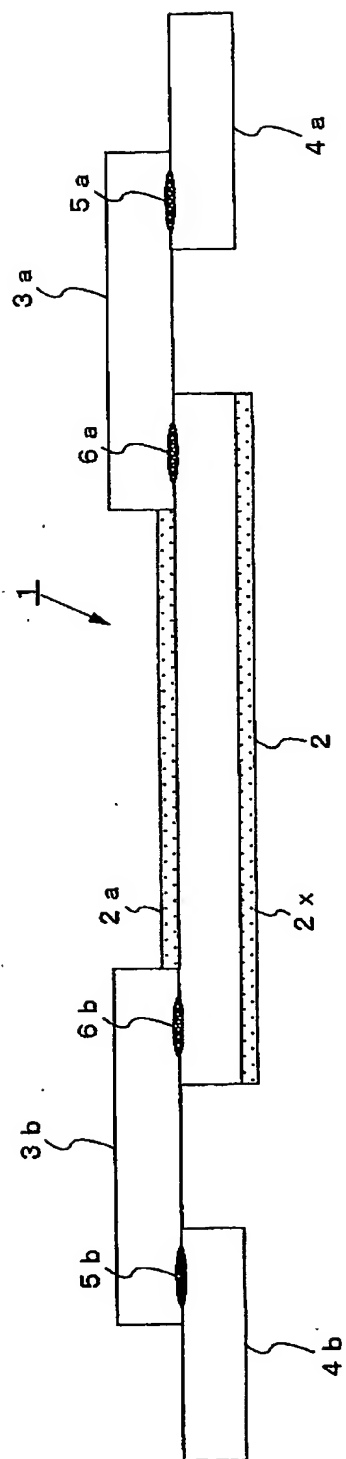
【書類名】

図面

【図 1】

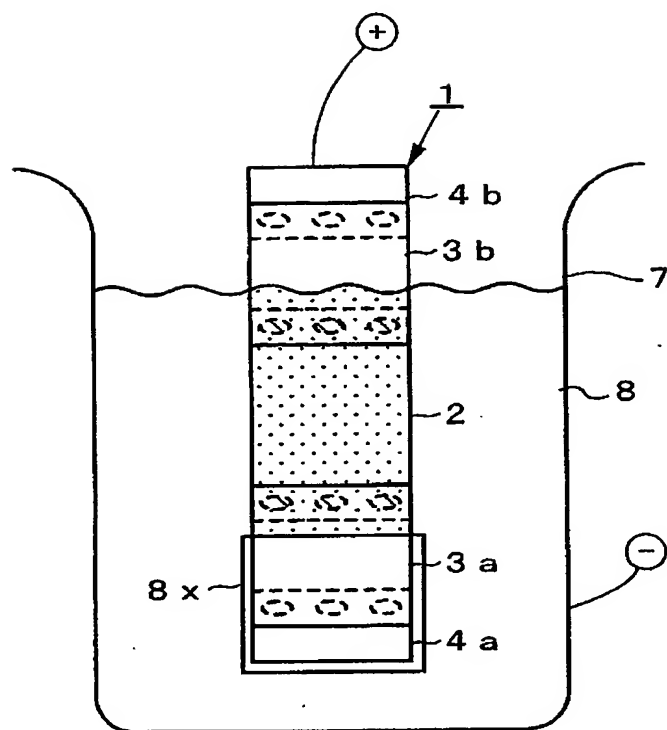


【図 2】

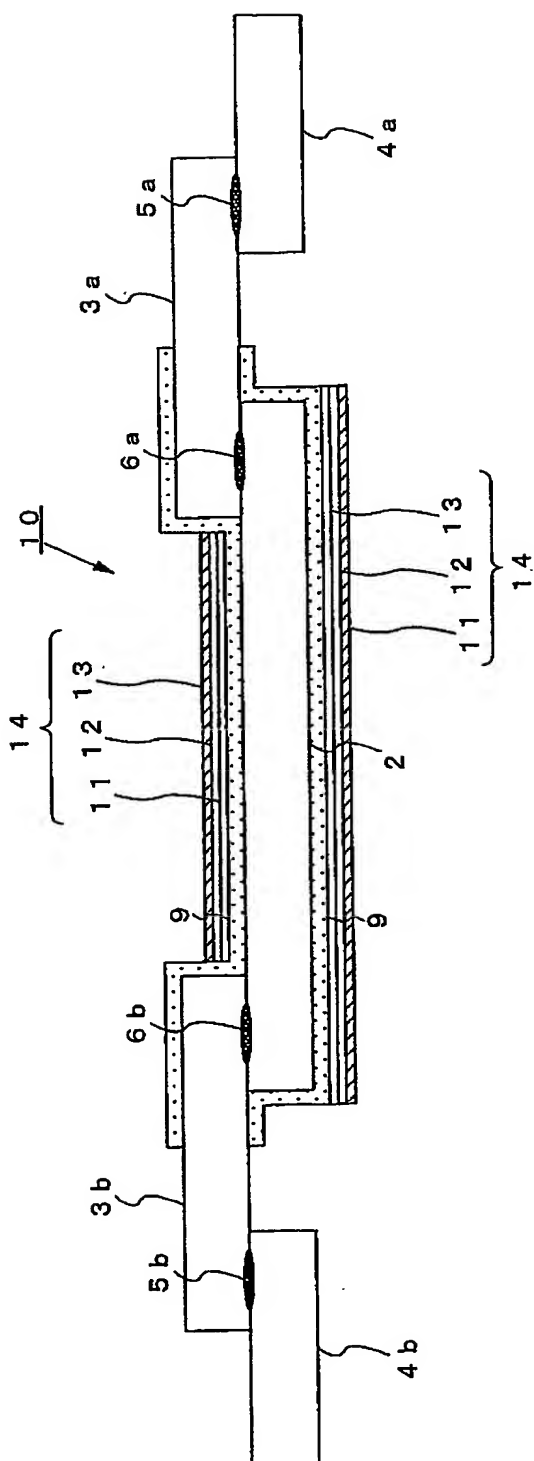




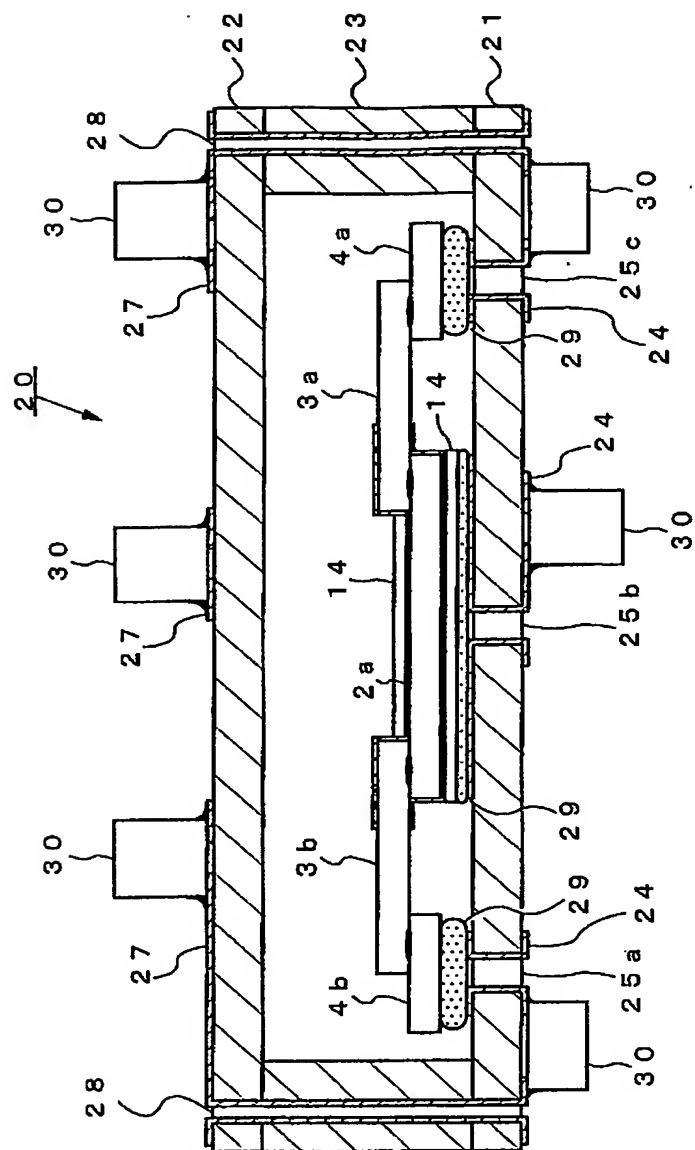
【図 3】



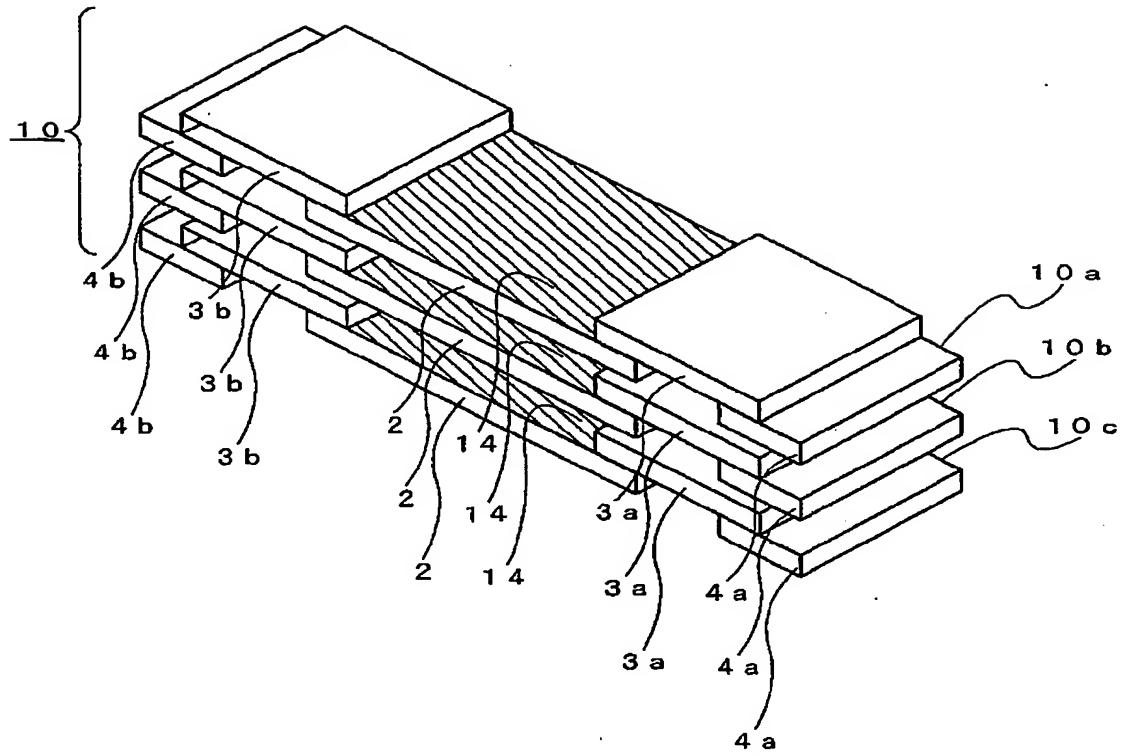
【図 4】



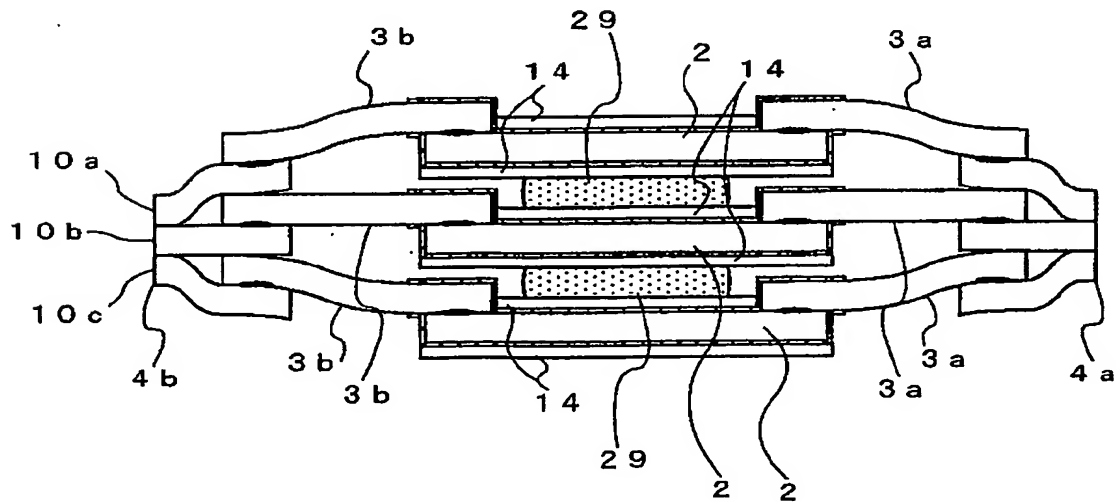
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ESLを低減しつつ、回路基板に内蔵するのに適した3端子型固体電解コンデンサおよび3端子型固体電解コンデンサが内蔵された基板ならびにそれらの製造方法を提供する。

【解決手段】 固体電解コンデンサの電極体1は、表面が粗面化（拡面化）され、表面に、絶縁酸化皮膜である酸化アルミニウム皮膜が形成された箔状のアルミニウム基体2と、表面が粗面化されていない2つの箔状のアルミニウム基体3a、3bと、リード電極を構成する金属導体として、2つの箔状の銅基体4a、4bを備えている。箔状のアルミニウム基体2の全表面上には、固体高分子電解質層11、グラファイトペースト層12および銀ペースト層13からなる陰極電極14を備えている。この固体電解コンデンサが、第1の絶縁基板および第2の絶縁基板によって形成された実質的に閉じた空間内に収容され、3端子型固体電解コンデンサ内蔵基板が作製される。

【選択図】 図4

特願 2002-177546

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000003067]

1. 変更年月日 1990年 8月30日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都中央区日本橋1丁目13番1号  
氏 名 ティーディーケイ株式会社
2. 変更年月日 2003年 5月 1日  
[変更理由] 名称変更  
住所変更  
住 所 東京都中央区日本橋1丁目13番1号  
氏 名 ティーディーケイ株式会社
3. 変更年月日 2003年 6月27日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 東京都中央区日本橋1丁目13番1号  
氏 名 TDK株式会社